

FOLIA FORESTALIA 487

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

KARI LÖYTTYNIEMI

TYPPILANNOITUKSEN JA NEULASTEN
RAVINNEPITOISUUDEN VAIKUTUS
HIRVEN MÄNTYRAVINNON VALINTAAN

NITROGEN FERTILIZATION AND NUTRIENT
CONTENTS IN SCOTS PINE IN RELATION
TO THE BROWSING PREFERENCE
BY MOOSE (*ALCES ALCES*)



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetointia varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 487

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Kari Löyttyniemi

TYPPILANNOITUKSEN JA NEULASTEN
RAVINNEPITOISUUDEN VAIKUTUS HIRVEN
MÄNTYRAVINNON VALINTAAN

Nitrogen fertilization and nutrient contents
in Scots pine in relation to the browsing preference
by moose (*Alces alces*)

ODC 156.5:160.2:451.2
ISBN 951-40-0537-6
ISSN 0015-5543

LÖYTTYNIEMI, K. 1981. Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivannon valintaan. Summary: Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*). Folia For. 487:1—14.

Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutusta hirven mäntyraivannon maistuvuuteen, so. männyn taimien hirvivahinkoalttiuteen, tutkittiin hyväkuntoisissa viljelytaimistoissa puolukkatyyppin metsämailla Etelä-Suomessa.

Lannoitus lisäsi taimien hirvivahinkoalttiutta ja syönnin voimakkuus korreloi positiivisesti lannoituksen aiheuttaman taimien rehevöitymisen ja neulasten typpipitoisuuden lisääntymisen kanssa. Erikseen tutkituissa lannoittamattomissa taimistoissa olivat erot taimien neulasten typpipitoisuudessa koskemattomien ja vioitettujen taimien välillä vähäisiä. Muiden tutkittujen ravinteiden (P, K, Ca, Mg) pitoisuuksien ja syönnin välillä ei todettu selvää ja johdonmukaista yhteyttä, vaikka syötyjen taimien neulasten fosfori- ja kalsiumpitoisuudet keskimäärin olivat hieman korkeammat kuin koskemattomien taimien.

Hirvituhoille alttiilla alueilla on männyntaimikkojen lannoituksesta syytä luopua lisääntyvän hirvituhoonvaaran vuoksi, tai suorittaa lannoitus vasta taimien ohi-tettua tuhoille alttiin koon. Toisaalta typpilannoitus, mahdollisesti yhdessä fosforilannoituksen kanssa, on kangasmailla tehokas hirvilaidunten hoitokeino.

The effect of nitrogen fertilization and nutrient contents of the needles upon the palatability and subsequent browsing damage by moose was studied in *Vaccinium*-type Scots pine plantations in southern Finland.

The fertilization increased the susceptibility to browsing damage and the degree of damage was in positive correlation with the lush growth and the increased nitrogen content of the needles. However, in unfertilized plantations, studied separately, there were only minor differences in the nitrogen content of untouched and damaged young pines. No clear and consistent correlations were observed between other nutrients studied (P, K, Ca, Mg), although the phosphorus and calcium contents in the needles of damaged trees were in average slightly higher than in the untouched trees.

In the regions where browsing damage is continuous and persistent the nitrogen fertilization of pine plantations should be omitted due to the danger of increased damage, or at least postponed until the young trees have grown beyond the stage most susceptible to the browsing by moose. On the other hand, the application of nitrogen, possibly together with phosphorus, is an efficient method to manage and improve browse production on mineral soils. The effect of pine chemistry in general on the food selection by moose is discussed.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	4
3. TULOKSET	5
4. TULOSTEN TARKASTELU	7
41. Lannoituksen vaikutus	7
42. Ravinnepitoisuuden vaikutus	8
43. Muut kemialliset ominaisuudet	9
44. Käytännön sovellutukset	10
KIRJALLISUUS — <i>REFERENCES</i>	11
SUMMARY	12

1. JOHDANTO

Hirvestä on 1960—70 -lukujen kuluessa tullut sen kannan nousun ja metsätaloudessa tapahtuneen kehityksen seurauksena varttuneiden mänty- ja lehtipuutaimikoiden merkittävin vahingonaiheuttaja Suomessa. Koska hirvikantaa ei tultane nykyäkymin alentamaan niin paljon, että hirvivahinkojen määrä sen seurauksena todella olennaisesti vähenisi, on tuhojen torjumiseen käytettävä myös muita keinoja.

Nykyisin menetelmin taimikko voidaan suojata hirvivahingoilta vain erilaisilla aidoilla tai kemiallisilla suojausaineilla. Vahinkojen kokonaismäärään ja taimikon tuhonalttiuteen voidaan kuitenkin jonkin verran vaikuttaa myös metsänhoidollisin keinoin (K a n g a s 1949, Y l i - V a k - k u r i 1956, S a i n i o 1958, W e s t - m a n 1958, H u t t u n e n 1977). Vielä ei kuitenkaan riittävästi tunneta erilaisten hoitotoimenpiteiden, kuten esimerkiksi lan-

noituksen, vaikutuksia.

Tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lannoituksen vaikutusta hirven mänty-ravinnon valintaan, so. männyn taimien ja taimistojen hirvivahinkoalttiuteen, keskimääräisissä olosuhteissa kangasmailla Etelä-Suomessa. Tämä julkaisu on osa laajemmasta, hirven ravinnon valintaan vaikuttavan männyn kemiallisen koostumuksen tutkimuksesta, jonka tavoitteena on männyn luontaisen hirvituhonkestävyyden perusteiden selvittäminen ja kemiallisten suojausmenetelmien kehittäminen. Tähän liittyen on jo aikaisemmin alustavasti selvitetty männyn monoterpeenihilivetykoostumuksen vaikutusta hirven ravinnon valintaan (L ö y t t y n i e m i ja H i l t u n e n 1978). Tarkoituksena oli lisäksi saada tietoa lannoituksen vaikutuksesta hirvilaidunten hoidon kannalta.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Lannoituksen vaikutusta tutkittiin vain typpilannoituksen osalta, koska typpi on kangasmetsissä yleisimmin käytetty lannoite ja koska vain se keskimääräisissä olosuhteissa vaikuttaa merkittävästi männyn kasvuun. Eräiden muiden ravinteiden vaikutusta selvitettiin tarkastelemalla taimien ravinnepitoisuuksien suhdetta syötiin lannoittamattomissa taimikoissa. Tarkastelun kohteina olivat typen lisäksi fosfori, kalium, kalsium ja magnesium, koska näiden ravinteiden pitoisuuksista männyn neulasissa ja pitoisuuksiin vaikuttavista tekijöistä on kirjallisuudessa runsaasti vertailutietoa. Fosfori- ja kalilannoitusta käytetään jonkin verran typpilannoituksen yhteydessä myös kangasmetsien lannoituksessa, ja puiden kalsium- ja magnesiumpitoisuuksiin voi muulla lannoituksella olla vaikutusta.

Typpilannoituksen vaikutusta selvitettiin kolmessa männyntaimikossa (Bromarv, Lapinjärvi I, Lapinjärvi II) ja neulasten ravinnepitoisuuksien suhdetta syötiin neljässä taimikossa (Bromarv, Koski Hl., Mäntälä, Orimattila). Kaikki taimikot olivat puolukka-tyypin viljelytaimikkoja. Taimet olivat hyväkuntoisia ja taimikot tyydyttävän hyvin hoidettuja. Ulkoisia ravinnepuutosoireita ei taimissa ilmennyt. Keväällä 1976 tutkimusta aloitettaessa taimet olivat 8—10 vuoden ikäisiä ja keskipituudeltaan 1,6—1,8 m.

Lannoituskoetta varten merkittiin jokaiseen taimikkoon taimikkokuvion pituusakselin suuntaisesti 20 metrin välein kaksitoista 100 m²:n suuruista ympyräkoelaa. Heinäkuussa 1976 koelaloista joka toinen lannoitettiin 150 kg N/ha vastaavalla lannoitemäärällä. Lannoitusvaikutuksen varmistamiseksi tehtiin kesäkuussa 1977 vielä uusintalannoitus käyttäen 80 kg N/ha. Käytetty lannoite oli oulunsalpietari (ammoniumnitraatti), joka typen (27,5 %) lisäksi sisältää myös hieman kalsiumia (4,0 %) ja magnesiumia (2,2 %).

Lannoitusvaikutuksen toteamiseksi otettiin jokaiselta ympyräkoelalta neulasnäyte 10 taimen ylimmästä oksakiehkurasta lokakuussa 1977. Neulaset homogenisoitiin yhdeksi ympyräkoelaa edustavaksi näytteeksi, josta analysoitiin tutkittavat ravinteet ja mitattiin 50 neulasen pituus ja kuivapaino. Ravinneanalyysit suoritti Viljavuuspalvelu Oy tavanomaisin menetelmin.

Hirvet eivät olleet vioittaneet koetaimikkoja ennen lannoitusta, mutta taimien koon ja maastokohteen perusteella arvioitiin syönnin olevan todennäköistä lähivuosina. Tutkimuksessa haluttiin selvittää lannoituksen vaikutusta syötiin nimenomaan olosuhteissa, joissa lannoitus on jo vaikuttanut puun kemiallisiin ominaisuuksiin ja rehevöittänyt neulastoa, mutta mer-

kittävää kokoeroa ei vielä ole syntynyt lannoitettujen ja kontrollitaimien välille. Sen vuoksi syöntivioitukset tarkastettiin jo puolentoista kasvukauden kuluttua lannoituksesta keväällä 1978, ottaen huomioon edeltäneenä syys-talvikautena tapahtunut syönti. Tarkastus toistettiin keväällä 1979 huomioiden vain edellisen tarkastuksen jälkeinen vioitus. Kaikkiaan tarkastettiin 843 tainta, jotka jaettiin vioitusasteen mukaan viiteen luokkaan:

- 0 = koskematon
- 1 = 1— 5 kasvainta katkaistu
- 2 = 6—10 ” ”
- 3 = 11—20 ” ”
- 4 = 21— ” ”

Neulasten ravinnepitoisuuden suhdetta syöntiin tutkittiin lannoittamattomissa taimikoissa valitsemalla lähekkäin samanlaisella kasvupaikalla kasvavia ulkonäöltään toisiaan muistuttavia taimia, joista toisessa oli syöntivioitusta ja toinen oli koskematon.

Tällaisia taimipareja oli tutkituissa neljässä taimikossa yhteensä 145. Vuosien 1976—78 huhtikuussa ennen kasvukauden alkua otettiin neulasnäytteet ravinnepitoisuuksiin varten taimien latvaosan nuorimmista neulasista, parin kummastakin taimesta samasta kohdasta, yhden kerran jokaisesta taimikosta. Taimikkoja oli vioitettu ensimmäistä kertaa vasta näytteenottoa edeltäneenä syys-talvikautena. Täten voittiin selvittää hirven suorittamaa valintaa aikaisemman vioituksen taimien morfologisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin aiheuttamien muutosten vaikuttamatta asiaan.

Mäntytaimikkojen lisäksi tutkittiin keväällä 1976 ravinnepitoisuuksien suhdetta syöntiin yhdessä 8-vuotiaassa kuusen viljelytaimikossa Hyvinkäällä. Taimikko oli entisellä peltomaalla ja taimet olivat hyväkasvuisia. Vioitus oli tapahtunut edeltäneenä talvikautena. Neulasnäytteet otettiin arpomalla valituista 30 vioitetusta ja 30 koskemattomasta taimesta latvaosan nuorimmista kasvaimista. Myös taimien vioitusaste (0—4) määritettiin.

3. TULOKSET

Puolentoista kasvukauden kuluttua lannoituksesta, syksyllä 1978, lannoitetut taimet olivat voimakkaasti rehevöityneet ja neulasten väri oli tummemman vihreä kuin lannoittamattomilla taimilla. Lannoitettujen taimien neulasten typpipitoisuus oli korkeampi (keskimäärin 17 %), mutta kalsium- ja magnesiumpitoisuudet alhaisemmat (keskimäärin 18 % ja 11 %) kuin lannoittamattomissa taimissa. Lannoitettujen taimien neulaset olivat keskimäärin 30 % pitempiä ja 52 % painavampia kuin lannoittamattomien taimien (taulukko 1).

Taimien jakautuminen luokkiin (0—4) vioitusasteen perusteella on esitetty taulukossa 3. Syönti oli kohdistunut lähes yksinomaan nuorimpiin kasvaimiin ja kumpanakin tarkastusvuonna yleensä samoihin taimiin. Lannoitettuja taimia oli syöty useammin kuin lannoittamattomia ja myös niiden vioitusaste oli keskimäärin korkeampi. Vioitettujen kasvaimien lukumäärä lannoitettuilla aloilla oli v. 1978 keskimäärin noin 60 % ja v. 1979 noin 30 % suurempi kuin lannoittamattomilla aloilla.

Kaikki taimikot huomioonottaen vallitsi merkittävä positiivinen riippuvuussuhde (Spearmanin järjestyslukukorrelaatiotestin

mukaan) neulasten typpipitoisuuden ja vioitusasteen ($r_s = 0,57^{***}$) sekä neulasten koon ja vioitusasteen (pituus: $r_s = 0,59^{***}$; paino: $r_s = 0,61^{***}$) välillä.

Koskemattomien ja vioitettujen lannoittamattomien männyntaimien neulasten ravinnepitoisuudet on esitetty taulukossa 2. Tyypin, fosforin ja kalsiumin pitoisuudet olivat vioitetuissa taimissa keskimäärin hieman korkeammat kuin koskemattomissa (5,1 %; 3,3 %; 8,8 %). Taimikkoja erikseen tarkasteltaessa erot eivät kuitenkaan olleet täysin samansuuntaisia ja kaikissa taimikoissa kuului kumpaankin ryhmään kaikkia tutkittuja ravinteita sekä runsaasti että vähän sisältäviä taimia.

Kuusen neulasten ravinnepitoisuuksissa ei ollut selviä eroja koskemattomien ja vioitettujen taimien välillä (taulukko 4), eikä ravinnepitoisuuksien ja vioitusasteen välillä ollut merkittävä riippuvuussuhdetta.

Todetut neulasten ravinnepitoisuudet edustavat kaikissa tutkituissa taimikoissa normaalitasoa kasvupaikan laatu huomioon ottaen ja keskimäärin ylittävät puuterajoina pidetyt tasot (esim. Aaltosen 1950, Viron 1965, Mälkönen 1980).

Taulukko 1. Lannoittamattomien ja typpellä lannoitettujen männyntaimien neulasten koko (pituus; 50 neulasen paino) ja ravinnepitoisuudet prosentteina kuivapainosta.
 Table 1. Size (length; weight of 50 needles) and nutrient contents (as percentages of dry weight) of pine needles in unfertilized and nitrogen fertilized study plots.

	Bromarv		Lapinjärvi I		Lapinjärvi II		t-arvo t-value	Lannoitetut Fertilized x ± S.E.	t-arvo t-value
	Lannoittamattomat Unfertilized x ± S.E.	Lannoitetut Fertilized x ± S.E.	Lannoittamattomat Unfertilized x ± S.E.	Lannoitetut Fertilized x ± S.E.	Lannoittamattomat Unfertilized x ± S.E.	Lannoitetut Fertilized x ± S.E.			
Pituus Length	51,7 ± 0,63	71,8 ± 0,64	22,28***	72,6 ± 0,80	55,8 ± 0,70	66,4 ± 0,59	16,29***	66,4 ± 0,59	11,55***
Kuiva- paino Dry weight	0,89 ± 0,084	1,58 ± 0,111	4,96***	1,72 ± 0,182	1,14 ± 0,145	1,47 ± 0,203	2,69*	1,47 ± 0,203	1,33
N	1,53 ± 0,014	1,87 ± 0,037	8,43***	1,76 ± 0,038	1,44 ± 0,050	1,67 ± 0,020	4,99***	1,67 ± 0,020	4,50***
P	0,163 ± 0,0061	0,162 ± 0,0040	0,14	0,150 ± 0,0030	0,145 ± 0,0020	0,155 ± 0,0021	0,42	0,155 ± 0,0021	3,16*
K	0,558 ± 0,0140	0,562 ± 0,0087	0,24	0,555 ± 0,0150	0,547 ± 0,0110	0,547 ± 0,0124	0,50	0,547 ± 0,0124	0,36
Ca	0,303 ± 0,0143	0,245 ± 0,0109	3,23***	0,288 ± 0,0140	0,253 ± 0,0130	0,227 ± 0,0130	2,34*	0,227 ± 0,0130	1,43
Mg	0,148 ± 0,0040	0,127 ± 0,0042	3,61***	0,138 ± 0,0060	0,137 ± 0,0040	0,125 ± 0,0040	1,38	0,125 ± 0,0040	1,99

df = 10 Merkitsevyyden riskitaso — Risk level of significance
 * 5 % ** 1 % *** 0,1 %

Taulukko 2. Pareittain tutkittujen koskemattomien (A) ja hirven vioittamien (B) männyntaimien ravinnepitoisuudet prosentteina kuivapainosta lannoittamattomissa taimistoissa.
 Table 2. Nutrient contents (as percentages of dry weight) of the needles of untouched (A) and damaged (B) young pines studied in pairs in unfertilized plantations.

Paikkakunta Location	N		P		K		Ca		Mg	
	x ± S.E.	t-arvo t-value	x ± S.E.	t-arvo t-value	x ± S.E.	t-arvo t-value	x ± S.E.	t-arvo t-value	x ± S.E.	t-arvo t-value
Bromarv	A 1,51 ± 0,041	2,91**	0,149 ± 0,0029	4,30***	0,527 ± 0,0163	1,04	0,251 ± 0,0181	2,78**	0,104 ± 0,0163	0,45
	B 1,63 ± 0,031		0,159 ± 0,0024		0,547 ± 0,0153		0,289 ± 0,0165		0,102 ± 0,0153	
Koski HI.	A 1,51 ± 0,027	0,76	0,162 ± 0,0028	0,51	0,606 ± 0,0118	1,47	0,288 ± 0,0132	2,48*	0,087 ± 0,0030	0,17
	B 1,53 ± 0,025		0,163 ± 0,0024		0,585 ± 0,0122		0,340 ± 0,0207		0,087 ± 0,0039	
Mäntsälä	A 1,28 ± 0,014	0,35	0,130 ± 0,0016	2,04*	0,466 ± 0,0101	1,96	0,343 ± 0,0107	0,74	0,130 ± 0,0022	0,84
	B 1,29 ± 0,013		0,134 ± 0,0015		0,489 ± 0,0089		0,334 ± 0,0101		0,130 ± 0,0019	
Orimattila	A 1,23 ± 0,019	6,65***	0,134 ± 0,0020	2,29*	0,475 ± 0,0062	0,44	0,318 ± 0,0110	2,50*	0,113 ± 0,0032	0,41
	B 1,37 ± 0,024		0,139 ± 0,0023		0,472 ± 0,0108		0,363 ± 0,0169		0,111 ± 0,0035	

df: Bromarv = 20; Koski HI = 29; Mäntsälä = 49; Orimattila = 43

Merkitsevyyden riskitaso — Risk level of significance
 * 5% ** 1% *** 0,1%

4. TULOSTEN TARKASTELU

41. Lannoituksen vaikutus

Tulokset osoittavat typpilannoituksen voivan merkittävästi lisätä kangasmaiden mäntytaimikoiden hirvihuonalltutta. Myös eräiden Ruotsissa tehtyjen havaintojen mukaan tyellä lannoitetut puut ja pensaat ovat etenkin vähäravinteisilla kasvupaikoilla usein olleet enemmän hirven voittamia kuin lähellä olevat lannoittamattomat (B j ö r k m a n 1959, A h l é n 1975). B r a n t s e g (1966) on Norjassa todennut, että ammoniumnitraatilla lannoitetut männyt ovat olleet suositumpia kuin urealla lannoitetut. Tämä on kuitenkin saattanut johtua siitä, että urea ei ollut vaikuttanut taimien kasvuun (vrt. L i p a s ja L e v u l a 1980). Myös eräiden muiden hirvieläinten on todettu suosivan tyellä lannoitettuja havupuiden taimia, ja syönnin voimakkuudella on ollut positiivinen riippuvuussuhde lannoituksen aiheuttamaan taimien rehevöitymiseen (esim. S c h r ö d e r ja T h a l e n h o r s t 1967, T h a l e n h o r s t 1968, O h y m. 1970).

L a i n e ja M a n n e r k o s k i (1980)

Taulukko 3. Männyntaimien jakautuminen luokkiin vioitusasteen mukaan lannoittamattomilla ja tyellä lannoitetuilla koealoilla prosentteina tarkastettujen taimien kokonaismäärästä (0 = koskematon; 4 = kauttaaltaan syöty).

Table 3. Distribution of young pines in the damage classes in unfertilized and nitrogen fertilized study plots as percentages of total number of trees inspected (Damage classes: 0 = untouched; 4 = completely browsed).

Paikkakunta ja tarkastusvuosi Location and year of inspection	Lannoittamattomat Unfertilized					Lannoitetut Fertilized				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Bromarv										
1978	65	11	14	7	3	25	15	33	12	15
1979	78	7	8	3	4	57	12	16	5	10
Lapinjärvi I										
1978	37	16	21	18	8	39	8	19	22	12
1979	30	14	16	16	24	24	13	22	12	29
Lapinjärvi II										
1978	62	13	14	8	3	45	11	20	15	9
1979	52	14	10	7	17	44	13	13	8	22

ovat selvittäneet hirvivahinkojen esiintymistä lannoituskoaloilla ojitetuilla nevoilla, analysoimatta kuitenkaan neulasten ravinnepitoisuuksia. Fosforilannoitus oli lisännyt voimakkaasti männyn viljelytaimien syöntiä, mikä pääosin selittynee ravinnon saatavuuden parantumisella lisääntyneen pituuskasvun seurauksena. Myös typpilannoitus oli lisännyt jonkin verran syöntiä, vaikka se ei ollut vaikuttanut olennaisesti taimien pituuskasvuun. Tulokset eivät ole kuitenkaan suoraan verrattavissa nyt saatuihin tuloksiin, sillä lannoituksen vaikutus mäntyyn on erilainen turve- kuin kangasmailla. Myös Ruotsissa on todettu hirven suosivan turveilla fosforilannoituksen rehevöittämiä männyntaimia (L i n d l ö f 1980).

Hirven havaittiin syövän mielellään rehevöityneitä hyväkasvuisia männyntaimia. Eräissä aikaisemmissa selvityksissä on sitä vastoin todettu hirven suosivan kituvia, valon puutteesta kärsiviä taimia (S a i n i o 1956, Y l i - V a k k u r i 1956, W e s t m a n 1958), joskin vastakkaisiakin käsitteitä on esitetty (K a n g a s 1949, E t e l l ä l a h t i 1950, M o r o w 1976). Taimien kunnon ja rehevyyden vaikutusta hirven ravinnon valintaan ei kuitenkaan voida nyt saatujen tulosten perusteella yleisesti arvioida, sillä vertailutaimetkin olivat hyväkasvuisia. Typpilannoitus kuitenkin lisännee hirven syöntihalukkuutta sekä hyväkuntoi-

Taulukko 4. Koskemattomien ja hirven voittamien kuusentaimien neulasten ravinnepitoisuudet prosentteina kuivapainosta.

Table 4. Nutrient contents (as percentages of dry weight) of the needles of untouched and damaged young spruce.

Ravinne Nutrient	Koskemattomat Untouched $\bar{x} \pm S.E.$	Vioitetut Damaged $\bar{x} \pm S.E.$	t-arvo t-value
N	1,61 \pm 0,025	1,67 \pm 0,031	1,56
P	0,206 \pm 0,0067	0,193 \pm 0,0073	1,28
K	0,568 \pm 0,0182	0,614 \pm 0,0169	1,77
Ca	0,422 \pm 0,0205	0,455 \pm 0,0211	1,12
Mg	0,110 \pm 0,0036	0,111 \pm 0,0029	0,21

df = 58 $t_{0,05} = 2,00$

sisä että kituvissa taimikoissa, mikäli taimet reagoivat lannoitukseen.

42. Ravinnepitoisuuden vaikutus

Hirven talviravinnon valintaa eri puuvarstisten kasvilajien välillä on yritetty selittää ravinnepitoisuuksien perusteella (esim. Kubota ym. 1970, Andersson ja Markkula 1974, Kubota 1974, Ahlén 1975, Salonen 1981). Johdonmukaisesti jonkin ravinteen pitoisuuden perusteella tapahtuvaa valintaa ei ole kuitenkaan todettu. Saman ravintokasvin yksilöiden välillä tapahtuvaa valintaa ei ole aikaisemmin yksityiskohtaisesti selvitetty ravinnepitoisuuksien perusteella.

Nyt todettiin koskemattomien ja voitettujen neulasten ravinnepitoisuuksien erojen olevan suhteellisen vähäisiä. Vain typpipitoisuuden suhde syönnin määrään oli lannoituskoetaimikoissa ja lannoittamattomissa taimikoissa samansuuntainen. Kalsium- ja magnesiumpitoisuuksien todettu suhteellinen aleneminen typpilannoituksen yhteydessä johtunee näiden ravinteiden hitaasta kulkeutumisesta neulasiin suhteessa neulasten nopeaan rehevöitymiseen. Tämä ilmiö on tunnettu erityisesti kalsiumin osalta (Tam m 1964, Paarlahti ym. 1971, Heinze 1973).

Kuusentaimissa ei ilmennyt selviä eroja koskemattomien ja voitettujen taimien neulasten ravinnepitoisuuksissa. Samansuuntainen tulos on saatu Norjassa tehdyssä suppeassa selvityksessä (Lykke 1964).

Hirven ravinteiden tarvetta ei tiettävästi ole yksityiskohtaisesti selvitetty. Sen vuoksi on tarkasteluissa käytetty kotieläinmärehtijöiden, lähinnä naudan, tarvenormeja (esim. Kubota 1974, Salonen 1981). Naudan ravinteiden tarpeeseen (Nutrient... 1965, Nutrient... 1970, 1971) verrattuna ja ottaen huomioon hirven talvella käyttämän ravinnon määrä (esim. Andersson 1971, Morrow 1976), olisivat nyt todetut männyn neulasten raakavalkuaispitoisuus (6,25 × N) ja kivennäisravinnepitoisuudet keskimäärin riittäviä hirven talviaikaiseen ylläpitotarpeeseen. Samaan tulokseen on männyn osalta päätynyt myös Salonen (1981) hirven talviravinnon ravintoarvoa koskeneessa tutkimuksessaan. Arvioituun tarpeeseen nähden on neulasten todettu

fosforipitoisuus lähinnä minimitasoa. Siten hirvellä ei olisi mäntyravinnon käytössä ainakaan välitöntä valinnan tarvetta tutkittujen ravinteiden pitoisuuksien suhteen. Saadut tulokset, joissa riippuvuussuhteet neulasten ravinnepitoisuuksien ja maistuvuuden välillä eivät olleet kovinkaan voimakkaita ja yksiselitteisiä, tukevat tätä käsitystä.

Kalsium- ja fosforipitoisuuksia tärkeämpänä pidetään niiden keskinäistä suhdetta ravinnossa (esim. Nutrient... 1965, Nutrient... 1970, 1971, Kubota 1974). Ravinnon alhainen kalsiumpitoisuus on edullinen erityisesti alhaisen fosforipitoisuuden vallitessa. Alhaisimmat keskinäiset suhteet esiintyivät hirven suosimissa lannoitetuissa taimissa (taulukko 5), ja Ca/P-suhteen ja voitusasteen välillä vallitsi koko lannoituskoela-aineisto huomioon ottaen lähes merkitsevä negatiivinen riippuvuus-suhde ($r_s = -0,29$; $df = 34$). Suhteet koskemattomissa ja voitetuissa lannoittamattomissa taimissa eivät eronneet merkitsevästi toisistaan, vaikka ne sinänsä olivat erilaisia kaikissa tutkituissa neljässä taimikossa. Kaikissa tapauksissa Ca/P- suhteet olivat kuitenkin melko lähellä edullisena pidettyä 2:1. Tulosten perusteella ei siis voida osoittaa selvää yhteyttä hirven mäntyravinnon valinnan ja Ca/P- suhteen välillä. Koskemattomien ja voitettujen kuusentaimienkaan Ca/P- suhteet eivät eronneet merkitsevästi toisistaan (2,1 ja 2,4; $t = 1,59$).

Tämän tutkimuksen ravinneanalyysit teh-

Taulukko 5. Kalsium- ja fosforipitoisuuksien suhde (Ca/P) tutkittujen männyntaimien neulasissa.

Table 5. Relationship of the contents of calcium and phosphorus (Ca/P) in the pine needles.

Paikkakunta Location	Lannoituskoelajoilla Sample plots		df	t-arvo t-value
	Lannoittamattomat Unfertilized	Lannoitetut Fertilized		
Bromarv	1,9	1,5	10	2,24*
Lapinjärvi I	1,9	1,7	10	1,82
Lapinjärvi II	1,8	1,5	10	2,21
Pareittain tutkituissa taimissa Sample pairs				
	Koskemattomat Untouched	Vioitetut Damaged		
Bromarv	1,7	1,8	20	1,39
Koski Hl	1,8	2,1	29	2,33*
Mäntsälä	2,7	2,5	49	1,46
Orimattila	2,4	2,7	43	1,98

Merkitsevyyden riskitaso — Risk level of significance
* 5 %

tiin vertailumahdollisuuksien vuoksi yksinomaan neulasista. Hirven ravinto käsittää kuitenkin myös männyn kasvaimen rankaosan. Koska männynsä pääosa kasvaimen sisältämistä ravinteista on neulasissa, voidaan kuitenkin olettaa, että mahdollinen ravinnepitoisuuden mukainen valinta tapahtuisi nimenomaan neulasten ominaisuuksien perusteella. Pelkästään neulasista analysoidut pitoisuudet ovat kuitenkin hieman korkeammat kuin koko kasvaimesta, nyt tutkituista ravinteista todennäköisesti etenkin fosforin osalta. Vanhempien neulaskertojen osuus ravinnossa nostaa erityisesti keskimääräistä kalsiumpitoisuutta (esim. V i r o 1965, M ä l k ö n e n 1974, L ö y t t y n i e m i ja H i l t u n e n 1976, L ö y t t y n i e m i 1978). Nämä erot ovat ilmeisesti kuitenkin niin vähäisiä, että ne eivät olennaisesti muuta yksivuotiaitten neulasten analysoinnin perusteella tehtyjä päätelmiä hirven ravinnon valinnasta. Tarkastelussa on myös otettava huomioon neulasanalyysin rajoitukset puun koko neulaston kemiallisen koostumuksen kuvaajana (esim. T a m m 1964).

Mäntyraivinnosta saatavien ravinteiden riittävyteen, ja siten valinnan tarpeeseen puuyksilöiden välillä, vaikuttaa myös muun käytetyn ravinnon laatu ja määrä. Ottaen kuitenkin huomioon männyn keskeinen osuus hirven talviravinnossa (esim. A n d e r s s o n 1971, M o r o w 1976) ja ne tiedot, joita on käytettävissä muiden talviravintokasvien ravinnepitoisuuksista (esim. A n d e r s s o n ja M a r k k u l a 1974, A h l é n 1975, M ä l k ö n e n 1977, S a l o n e n 1981), on muun talviravinnon merkitys ilmeisesti mäntyä vähäisempi nyt tutkittujen ravinteiden tarpeen tyydyttäjänä keskimääräisissä laidunolosuhteissa Etelä-Suomessa.

Tuloksia tarkasteltaessa on myös muistettava, että havainnot tehtiin seitsemässä eri taimikossa. Vioitukset on voinut taimikkokohtaisesti aiheuttaa yksi tai muutama eläin. Täten hirviyksilöiden väliset erot, kuten ikä, sukupuoli, kunto ja opitut makutottumukset ovat voineet jossain määrin vaikuttaa tuloksiin (vrt. K a n g a s 1949, D r e s c h e r - K a d e n 1981).

43. Muut kemialliset ominaisuudet

Saatuja tuloksia tarkasteltaessa on huomattava, että tutkittujen ravinteiden ohella myös muut ravinteet ja niiden keskinäiset suhteet voivat vaikuttaa hirven ravinnon valintaan (ks. esim. A l l a w a y ja T h o m p s o n 1966, N u t r i e n t... 1970, 1971). Männyn osalta näiden vaikutusta ei ole toistaiseksi paljoakaan tutkittu (S a l o n e n 1981).

On osoitettu, että hirvieläimillä vallitsee positiivinen riippuvuussuhde ravinnon maistuvuuden ja sulavuuden välillä (L o n g h u r s t ym. 1968, S a l o n e n 1981). Hirvellä ovat ravinnon sulavuuteen vaikuttavat ominaisuudet oletettavasti tärkeällä sijalla ravinnon valinnassa erityisesti talviolosuhteissa. Saadut tulokset antavat viitteitä siitä, että tyypilannoituksen aiheuttamat kemialliset muutokset männyn neulasissa ovat yhteydessä näihin ominaisuuksiin. Kyseeseen tulevat erityisesti yhdisteet, joilla on voimakas vaikutus pötsin mikrobitoimintaan ja täten ravinnon sulavuuteen. Ainakin olosuhteissa, joissa mäntyjen ravinnepitoisuudet ovat normaalitasolla, hirven suoritama valinta puuyksilöiden välillä saattaa perustua enemmänkin tässä suhteessa runsaasti haitallisia aineita sisältävän ravinnon välttämiseen kuin korkean ravinnepitoisuuden omaavien puiden suosimiseen (kts. R h o a d e s 1979, B r y a n t ja K u r o p a t 1980).

Männyn sisältämistä yhdisteistä haitallisia mikrobitoiminnalle voivat olla erityisesti eräät sekundaariset aineenvaihduntatuotteet kuten terpenoidit ja fenoliset yhdisteet (esim. L i n d s t e d t ja M i s i o r n y 1951, E r d t m a n ym. 1966, N e w m a n 1972, N o r i n 1972; ks. myös B r y a n t ja K u r o p a t 1980, C o n n o l l y ym. 1980). Niiden pitoisuus männynsä voi vaihdella ympäristö- ja perintötekijöistä johtuen, joten valintamekanismi niiden suhteen on saattanut kehittyä.

Näistä aineista on monoterpeenihilivetykoostumuksen suhdetta hirven mäntyraivinnon valintaan alustavasti selvitetty (L ö y t t y n i e m i ja H i l t u n e n 1978). Selviä ja johdonmukaisia eroja koostumuksessa ei koskemattomien ja vioitettujen taimien välillä todettu. Vioitettujen taimien neulasöljyn β -pineenipitoisuus oli kuitenkin keskimäärin hieman alhaisempi kuin

koskemattomien taimien (vrt. C o n n o l l y ym. 1980). Typpilannoituksen on todettu voivan lisätä männyn haihtuvan neulasöljyn määrää ja vaikuttaa myös sen koostumukseen (H i l t u n e n ym. 1975).

Hirvi vioittaa usein toistuvasti samoja mänty-yksilöitä (esim. K a n g a s 1949, H u t t u n e n 1977), mikä havaittiin myös tässä tutkimuksessa. Hirven mieltymys samoihin puihin saattaa puun alkuperäisten ominaisuuksien ohella perustua myös siihen, että neulasta usein rehevöityy vioituksen jälkeen lannoitusvaikutusta muistuttavasti puun pyrkiessä korvaamaan neulaston menetystä (vrt. J u u t i n e n 1953, S c h w e r d t f e g e r 1970, s. 353—354). Vioituksen jälkeiseen nopeaan rehevöitymiseen liittyvät kemialliset muutokset männyn neulasissa saattavat olla samansuuntaisia kuin lannoituksen aiheuttamat maistuvuutta lisäävät muutokset. Samojen puiden toistuva syönti edistää osan taimikon puista säilymistä tuholta. Ilmiö on päinvastainen kuin yleisemmin tunnettu kasvien suojamekanismi, jossa kasvissa vioituksen seurauksena kehittyä tuholaisen kannalta haitallisia kemiallisia muutoksia (esim. H a u k i o j a ja N i e m e l ä 1976, R h o a d e s 1979, B r y a n t 1980).

44. Käytännön sovellutukset

Vaikka varsinaista syönnin keskittymistä lannoitetuille aloille ei todettukaan, lisää typpilannoitus kuitenkin siinä määrin kangasmaiden männyntaimikoiden tuhoalttiutta, että lannoituksesta on syytä luopua tai siirtää se myöhemmin tapahtuvaksi alueilla, joilla hirvivahinkovaara muutenkin arvioidaan suureksi. Lannoitus myös lisää taimikon alttiutta joutua toistuvan hirtituhon kohteeksi. Toisaalta lannoitus edistää taimien toipumista vioituksen jälkeen. Merkittävää kasvun lisääntymistä aiheuttavalla lannoituksella (erityisesti fosforilannoituksella) on kirjallisuustietojen (L a i n e ja M a n n e r k o s k i 1980, L i n d l ö f 1980) ja käytännön kokemusten mukaan hirvivahinkovaaraa lisäävä vaikutus myös turvemaiden männyntaimikoissa.

Kangasmaiden männyntaimikkoja ei kuitenkaan nykyisin taloudellisista syistä lan-

noiteta laaja-alaisesti, vaan lannoitusta suositetaan vasta puuston sulkeutumisen jälkeen. Myös peruslannoitusta ja metsänviljelyä edellyttävä soiden metsitys on vähäistä. Luontaisesti metsittyvillä soilla, lähinnä rämeillä, suositetaan lannoittamista vasta vaiheessa, jolloin taimikon peruspuusto on jo saavuttanut tuhonkestävän koon. Lannoituksen aiheuttama hirvivahinkovaaran lisääntyminen ei siis nykyoloissa ole merkittävä ongelma männyntaimikoiden hoidon ja suojelun kannalta.

Toisaalta tavanomaiset metsänhoidolliset lannoitukset kangasmaiden kasvatusikäisissä ja turvemaiden nuorissa metsissä parantavat hirven laidunolosuhteita puunkasvatusta haittaamatta, sillä lannoitus rehevöittää männyn lisäksi myös muuta hirven ravintoa kuten pensastoa ja aluskasvillisuutta ja mahdollisesti lisää myös sen maistuvuutta. Lannoitus lisänee myös jo päärankatuhoille alttiin koon ylittäneiden männyntaimien sivuoksien syöntiä, mikä usein muuten on vähäistä (M o r o w 1976). Sivuoksien syönnin vaikutus on useimmissa tapauksissa puun kasvun kannalta merkityksentöntä ja viljelytaimikoissa se voi olla eduksi puun laadulle (U s v a a r a 1974). Kasvatusmetsien lannoituksen aiheuttama laidunolosuhteiden parantuminen vähentää samalla syöntiä taimikoissa.

Lannoitusta voidaan suorittaa myös ensisijaisesti riistanhoidollisessa tarkoituksessa hirvilaidunten parantamiseksi ja syönnin ohjaamiseksi haluttuihin kohteisiin puunkasvatuksen kannalta toisarvoisilla tai muuten sopivilla alueilla. Koska mänty on ravintoarvon, maistuvuuden ja pinta-alaa kohden saatavan ravinnon määrän vuoksi Suomen oloissa hirven tärkein talviravintokasvi (esim. S a l o n e n 1981) ja lannoituksella voidaan sen arvoa vielä parantaa, olisi männyn kasvattamista hirven ravinnoksi suositeltavaa lisätä hoidetuilla laidunalueilla.

Riistanhoidollisiin lannoituksiin voitaneen tyydyttävien tuloksin käyttää sekä kangas- että turvemaiden puuntuotantoa varten kehitettyjä lannoitusmenetelmiä, joilla kasvusto saadaan rehevöitymään mahdollisimman taloudellisesti (esim. V i r o 1972, H ä m ä l ä i n e n 1979). Kangasmetsissä saattaa kuitenkin olla edullista jonkin verran nostaa typpilannoitustasoa suositellusta 150—180 kg:sta N/ha ja liittää typpilannoit-

tukseen myös fosforilannoitus. Hirven ohella lannoitus parantaneekin ravinnonsaantimahdollisuuksia myös muun riistan kannalta

(esim. Andersson, Burgtorf ja Tamm 1970, Pulliainen 1970, Karsisto 1974).

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- AALTONEN, V.T. 1950. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. *Commun. Inst. For. Fenn.* 37(8):1—41.
- AHLÉN, I. 1975. Winter habitats of moose and deer in relation to land use in Scandinavia. *Viltrevy* 9: 45—192.
- ALLAWAY, W.H. & THOMPSON, J.F. 1966. Sulphur in the nutrition of plants and animals. *Soil Sci.* 101:240—247.
- ANDERSSON, E. 1971. Havaintoja hirven talvisesta ravinnonkäytöstä ja vuorokausirytmistä. Summary: Observations on the winter food and diurnal rhythm of the moose (*Alces alces*). *Suomen Riista* 23:105—118.
- & MARKKULA, A. 1974. Hirven talviravinnon kemiallisesta koostumuksesta. Summary: The chemical composition of the winter nutrition of the moose. *Suomen Riista* 25:15—19.
- ANDERSSON, O., BURGTORF, H. & TAMM, C.O. 1970. Tjäderbetning och skogsgödsling. Summary: Capercailzie browsing on fertilized pines. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskr.* 68:557—566.
- BJÖRKMÄN, E. 1959. Älgen och finsmakare. *Skogen* 46:293.
- BRANTSEG, A. 1966. Skogsjødsling och viltet. *Jakt-, Fiske-, Friluftsliv* 95:216—219.
- BRYANT, J.P. 1980. The regulation of snowshoe hare feeding behavior during winter by plant antiherbivore chemistry. *Proc. Inst. Lagomorph Conf., 1st., Guelph Univ., Canada, 1979.*
- & KUROPAT, P.J. 1980. Selection of winter forage by subarctic browsing vertebrates: The role of plant chemistry. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11:261—285.
- CONNOLLY, G.E., ELLISON, B.O., FLEMING, J.W., SHU GENG, KEPNER, R.E., LONGHURST, W.M., OH, J.H. & RUSSELL, G.F. 1980. Deer browsing of Douglas-fir trees in relation to volatile terpene composition and in vitro fermentability. *For. Sci.* 26:179—193.
- DRESCHER-KADEN, U. 1981. Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungswahl von Gams- und Rotwilt unter besonderer Berücksichtigung der mikrobiellen Besiedlung und der Verdauungsvorgänge im Pansen. *Fortschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung* 12. 108 pp. Paul Parey. Hamburg-Berlin.
- ERDTMAN, H., KIMLAND, B. & NORIN, T. 1966. Pine phenolics and pine classification. *Bot. Mag. (Tokyo)* 79:499—505.
- ETELÄLAHTI, A.E. 1950. Havaintoja hirvien aiheuttamista vahingoista taimikoissa. *Metsätal. Aikak.* 1. 67:289—291.
- HAUKIOJA, E. & NIEMELÄ, P. 1976. Does birch defend itself actively against herbivores? *Rep. Kevo Subarctic Res. Sta.* 13:44—47.
- HEINZE, M. 1973. Über den Einfluss von Stickstoffernährung und Wasserhaushalt auf den Calciumgehalt der Nadeln von Kiefern sämlingen. *Flora* 162:426—436.
- HILTUNEN, R., v. SCHANTZ, M. & LÖYTTYNIEMI, K. 1975. The effect of nitrogen fertilization on the composition and the quantity of volatile oil in Scots pine (*Pinus silvestris* L.). *Commun. Inst. For. Fenn.* 85(1):1—14.
- HUTTUNEN, P. 1977. Hirvivahingot ja niiden metsätaloudellinen merkitys viljelytaimistoissa Etelä-Karjalan eräissä pitäjissä. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 61 pp.
- HÄMÄLÄINEN, J. (toim.). 1979. Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Summary: Results and tasks in forest fertilization research. *Folia For.* 400:1—69.
- JUUTINEN, P. 1953. Männyn toipuminen Kolilla talven 1947—48 lumituhojen jälkeen. Referat: Die Erholung der Kiefer auf der Koli-Anhöhe nach den Schneebruchschäden im Winter 1947—48. *Commun. Inst. For. Fenn.* 41(2):1—43.
- KANGAS, E. 1949. Hirven metsässä aikaansaamat tuhot ja niiden metsätaloudellinen merkitys. Summary: On the damage to the forests caused by the moose, and its significance in the economy of the forests. *Suomen Riista* 4:62—90.
- KARSISTO, K. 1974. Metsänparannusalueen riistan kannalta. Summary: Forest amelioration and the stock of game. *Suo* 25:35—40.
- KUBOTA, J. 1974. Mineral composition of browse plants for moose. *Nat. Can.* 101:291—305.
- , RIEGER, S. & LAZAR, V.A. 1970. Mineral composition of herbage browsed by moose in Alaska. *J. Wildl. Mgmt.* 34:565—569.
- LAINE, J. & MANNERKOSKI, H. 1980. Lannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun ja hirvituhoihin karuilla ojitetuilla nevoilla. Summary: Effect of fertilization on tree growth and elk damage in young Scots pine stands planted on drained, nutrient-poor open bogs. *Acta For. Fenn.* 166: 1—45.
- LINDLÖF, B. 1980. Skog på torvmark kan få stora älgskador. *Skogen* 1980 (3):50—52.
- LINDSTEDT, G. & MISIORNY, A. 1951. Constituents of pine heartwood. 24. *Acta Chem. Scand.* 5:1—12.
- LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Summary: Urea fertilization at different times of the year. *Folia For.* 421:1—14.
- LONGHURST, W.M., OH, H.K., JONES, M.B. & KEPNER, R.E. 1968. A basis for the palatability of deer forage plants. *Trans. 33rd N.Am. Wildl. Natur. Resour. Conf.* 1968:181—189.
- LYKKE, J. 1964. Elg og skog. Elgskadeundersøkelser i Verdal. Summary: Studies of moose damage in a conifer forest area in Norway. *Medd. Stat. Viltunders.* 2. Ser. 17:1—57.

- LÖYTTYNIEMI, K. 1978. Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimennävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae). Summary: Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae). *Folia For.* 348:1—19.
- & HILTUNEN, R. 1976. Effect of nitrogen fertilization and volatile oil content of pine logs on the primary orientation of Scolytids. *Commun. Inst. For. Fenn.* 88(6):1—19.
- & HILTUNEN, R. 1978. Monoterpenes in Scots pine in relation to browsing preference by moose (*Alces alces* L.). *Silva Fenn.* 12:85—87.
- MOROW, K. 1976. Food habits of moose from Augustów Forest. *Acta Theriol.* 21:101—116.
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. *Commun. Inst. For. Fenn.* 84(5):1—87.
- 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91(5):1—35.
- 1980. Metsämaatiteen perusteita. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja N:o 19. 107 pp.
- NEWMAN, A.A. (Edit.). 1972. Chemistry of terpenes and terpenoids. 449 pp. Academic Press. London.
- NORIN, T. 1972. Some aspects of the chemistry of the order Pinales. *Phytochem.* 11:1231—1242.
- Nutrient requirements of farm livestock. No. 2. Ruminants. Agricultural Research Council. 264 pp. London. 1965.
- Nutrient requirements of domestic animals. No. 4. Nutrient requirements of beef cattle. National Academy of Sciences. 55 pp. Washington, D.C. 1970.
- Nutrient requirements of domestic animals. No. 3. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Sciences. 54 pp. Washington, D.C. 1971.
- OH, J.H., MILTON, B.J., LONGHURST, W.M. & CONNOLLY, G.E. 1970. Deer browsing and rumen microbial fermentation of Douglas-fir as affected by fertilization and growth stage. *For. Sci.* 16: 21—27.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. *Commun. Inst. For. Fenn.* 74(5):1—52.
- PULLIAINEN, E. 1970. Metson talviravinnon valinnasta ja koostumuksesta. Summary: Composition and selection of winter food by the capercaillie (*Tetrao urogallus*) in northeastern Finnish Lapland. *Suomen Riista* 22:67—73.
- RHOADES, D.F. 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores. In: *Rosenthal, G.A. & Janzen, D.H.* (Edit.) 1979. *Herbivores. Their interaction with secondary plant metabolites.* p. 1—54. Academic Press, Inc. New York.
- SAINIO, P. 1956. Hirven talvisesta ravinnosta. Summary: On the feeding of the elk in winter. *Silva Fenn.* 88(1):1—24.
- 1958. Päätelmiä hirvikysymyksestä. *Suomen Riista* 12:63—69.
- SALONEN, J. 1981. Hirven talviravinnon ravintoarvo. *Suomen Riista* 29. (painossa).
- SCHRÖDER, J. & THALENHORST, W. 1967. Die Verteilung von Wildverbiss-Schäden auf zwei Düngungs-Versuchsflächen. *Z. Jagdwiss.* 13: 63—75.
- SCHWERTFEGGER, F. 1970. Die Waldkrankheiten. 509 pp. Paul Parey. Hamburg-Berlin.
- TAMM, C.O. 1964. Die Blattanalyse als Methode zur Ermittlung des Nährstoffversorgungs des Waldes — eine kritische Betrachtung. *Düngung und Melioration in der Forstwirtschaft. Tagungsber.* 66:7—17.
- THALENHORST, W. 1968. Düngung, Wuchsmerkmale der Fichte und Wildverbiss. *Z. Jagdwiss.* 14:72—81.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. *Commun. Inst. For. Fenn.* 80(2):1—105.
- VIRO, P.J. 1965. Estimation of the effect of forest fertilization. *Commun. Inst. For. Fenn.* 59(3): 1—42.
- 1972. Die Waldbodendüngung auf finnischen Mineralböden. *Folia For.* 138:1—19.
- WESTMAN, H. 1958. Älgens skadegörelse på ungskog. Summary: The damage caused by elk to young stands. *Kungl. Skoghögsk. Skr.* 28:1—148.
- YLI-VAKKURI, P. 1956. Männyn kylvötäimistöjen hirvivahingoista Pohjanmaalla. Summary: Moose damage in seedling stands of pine in Ostrobothnia. *Silva Fenn.* 88(3):1—17.

SUMMARY

Introduction

During the 1960's and -70's along with the changes in forestry practices and as a result of the increasing of moose (*Alces alces*) population, moose has become the most serious pest of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and deciduous (*Betula*, *Populus*) young stands. Moose destroys annually several thousand hectares of pine plantations and natural stands and much more receive minor damage. In addition, the artificial regeneration of birch and aspen is practically impossible due to the browsing by moose. In spite of the problems moose create to the forestry, agriculture and highway traffic, it is doubtful that Finnish moose populations will be substantially reduced from the present level of some

90 000 wintering animals (1980/81) due to its value as a game species. Therefore, other means should be used to prevent the damage.

With the methods presently available the young stands can be protected only with various fences or with application of chemical repellents. These, however, are impractical and too expensive to be used in a large scale. The susceptibility of young stands to damages as well as the amount of damage can also be affected — increased or reduced — to a certain extent by silvicultural practices. Presently, the knowledge about the effects of various methods such as fertilization is insufficient.

The purpose of this study is to detect the effects of fertilization and the nutrient contents in pine to the

food selection of moose, i.e. the susceptibility of young pines and pine plantations to moose browsing damage in average environmental conditions on mineral soils in southern Finland. The study is also a part of screening tests to detect the correlations between the chemical composition of pine and the browsing preference by moose (see Löyttyne-mi and Hiltunen 1978).

Material and methods

The study was conducted in 1976–79 in 8–10 year old pine plantations established on the *Vaccinium*-type. The plantations were well managed and thriving. Only nitrogen fertilizer was used in the experiments, because on mineral soils nitrogen is the most commonly used fertilizer and only it affects significantly the growth of pines in average conditions. The effects of other nutrients (P, K, Ca, Mg) were studied by comparing their relative contents in relation to browsing in the unfertilized plantations.

The effect of nitrogen fertilization was studied in three plantations (Bromarv, Lapinjärvi I and II). Twelve circular sample plots of 100 m² were established in each plantation. In July 1976, every other plot received fertilization equalling 150 kg of nitrogen per hectare (ammonium-nitrate). In spring 1977, an additional application of 80 kg of nitrogen per hectare was given to further insure the effect of fertilization. To detect the response, a homogenic sample of current needles was taken from each experimental plot in autumn 1977. The needle samples were picked from the top shoots. The chemical content of needles was analyzed using ordinary established methods. In addition, the average length and dry weight of the needles were measured and recorded. Although moose also browse the woody part of annual shoot, only needles were used in nutrient analyses because they contain the major portion of the nutrients and dry matter of the shoot.

In spring 1978, the fertilized sample plots were inspected for browsing damage which had occurred during the previous autumn and winter. This was repeated in spring 1979. Altogether, 843 young pines were inspected and divided into five classes according to the damage.

The palatability of needles in relation to the nutrient contents was studied in four unfertilized plantations (Bromarv, Koski Hl., Mäntsälä, Orimattila). The sample trees were selected in pairs, each pair being morphologically similar, growing closely together, and one was damaged by moose the other being untouched. A total of 145 pairs were sampled. The needle samples were picked in spring before the growing season from the top shoots of each tree.

In addition to pine plantations, the relationship of nutrients and browsing was studied in one 8-year old Norway spruce (*Picea abies*) plantation. This material included 30 damaged and 30 untouched young trees.

The experiments were designed so that in all plantations the first browsing had occurred during the autumn and winter prior to the inspection. This made it possible to study the browse selection without possible complications caused by the morphological and chemical changes resulting from any earlier browsing.

Results

In autumn 1978, one and a half growing season after the fertilization the young pines showed much lusher growth and their needles were darker green compared with unfertilized pines. The nitrogen content in the needles of the fertilized pines was higher, but calcium and magnesium contents lower than those of unfertilized pines. This decrease of mineral contents in the needles is a generally known feature in the connection of nitrogen fertilization. The needles of fertilized pines were in average 30 % longer and 52 % heavier than those of unfertilized trees (Table 1).

The fertilized pines were browsed more often and also damaged to a greater degree (Table 3). Browsing was concentrated almost exclusively to the current shoots and in general to the same trees during the both years the plantations were inspected. The correlations between both the nitrogen content and the size of needles and the degree of damage were significant.

In the unfertilized pines, studied in pairs, the average contents of nitrogen, phosphorus and calcium were slightly higher (5 %, 3 % and 9 % respectively) in the damaged trees (Table 2). However, when the plantations were studied separately these differences were not consistent. Both groups in all plantations included trees which contained either much more or less than the average level of the nutrients studied.

No clear differences were detected between the nutrient contents of needles of damaged and untouched young spruce trees (Table 4).

The nutritionally important calcium-phosphorus relationship did not show any clear and consistent difference when damaged and untouched pines were compared (Table 5).

In all plantations studied, the nutrient contents of needles detected represent the normal levels in Finnish mineral soils and were clearly above the deficiency levels for Scots pine.

Discussion

The results show the nitrogen fertilization can significantly increase the susceptibility of pine plantations on mineral soils to the browsing damage by moose. Information in literature and practical experience indicate the same situation in pine plantations on peatland forests. The fertilization, if given in the form which significantly enhances the growth on peatlands (P, PK or NPK combinations), increases the susceptibility to browsing damage. Therefore, there is a good reason to omit the fertilization, or to postpone it until young trees have grown beyond the reach of moose. Presently, however, young pine plantations are not fertilized in any large scale, mainly due to economic reasons, but fertilization is recommended after the canopy closure. Thus, the increased susceptibility to damage is not a significant problem in the management of plantations.

On the other hand, it seems possible to use fertilization primarily as a game management tool to improve forage available to moose and to direct the heaviest browsing to certain locations. In addition to young pines, fertilization exchanges the growth of other plant species commonly used by moose and possibly also improves the palatability. The same

methods developed for forest fertilization in different forest types to increase wood production could probably be used toward game management objectives with satisfactory results.

In Finland, Scots pine is the most important winter food species for moose. This is due to its nutritional value, palatability, and the amount of forage it provides per a unit area. With proper fertilization these factors can even be improved. Therefore, it would be recommendable to actually increase the growing of pines for moose winter browse in areas where moose management is a part of the overall management of forest habitat.

The nutrient requirements of moose have not been studied in detail. However, when compared, for instance, with the nutrient requirements of cattle, and considering the amount of pine browse consumed in winter, it seems that the contents of crude protein and minerals detected in this study would, in general, be quite adequate for maintenance diet requirements of wintering moose. However, in relation to the estimated requirements the phosphorous content in the needles represents more or less the minimum level. Thus it seems moose have no clear nutritional need for pine browse selection in favour of the higher contents of the nutrients included in the present study. The results, indicating the nutrient contents

have weak and inconsistent correlations with the palatability, support this idea. It is possible, however, that the contents of some other nutrients and their relationships are more important in the food selection of moose.

Other substances present in Scots pine and their relative amounts may affect the forage selection more than the nutrients. Especially some secondary metabolites such as terpenoids and phenolic compounds could be involved. The contents of these constituents vary due to the genetic and environmental factors, and it is possible that a certain selective mechanism in relation to these compounds has evolved in moose. Nitrogen fertilization may affect the levels of these compounds in the tissues of pine.

The discussion also present hypothesis, that the well known phenomenon of repeated browsing of the same trees by moose, may be caused in addition to the original characteristics of a tree, by the lush growth of needles after the first browsing when the tree is replacing lost organs of assimilation. It is possible that browsing and nitrogen fertilization may have, in addition to the similar robust morphology of needles, same type of effects upon the needle chemistry which increase the palatability. The phenomenon of repeated browsing tends to save some of the trees from being damaged.

ODC 156.5:160.2:451.2
ISBN 951-40-0537-6
ISSN 0015-5543

LÖYTTYNIEMI, K. 1981. Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivinnon valintaan. Summary: Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*). Folia For. 487:1—14.

The effect of nitrogen fertilization and nutrient contents (N, P, K, Ca, Mg) of the needles upon the palatability and subsequent browsing damage by moose was studied in Scots pine (*Pinus sylvestris*) plantations in southern Finland. The effect of pine chemistry in general on the food selection by moose is discussed.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 156.5:160.2:451.2
ISBN 951-40-0537-6
ISSN 0015-5543

LÖYTTYNIEMI, K. 1981. Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivinnon valintaan. Summary: Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*). Folia For. 487:1—14.

The effect of nitrogen fertilization and nutrient contents (N, P, K, Ca, Mg) of the needles upon the palatability and subsequent browsing damage by moose was studied in Scots pine (*Pinus sylvestris*) plantations in southern Finland. The effect of pine chemistry in general on the food selection by moose is discussed.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaan kordin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarokkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands of the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.
- No 471 Eeronheimo, Olli: Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980.
Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980.
- No 472 Nisula, Pentti: Herbisidilaitteilla varustettu raivaussaha voimajohtojen johtoaukeiden raivauksessa.
Use of a clearing saw equipped with a herbicide device in the clearing of power grid lines.
- No 473 Saastamoinen, Olli & Sievänen, Tuija: Keravan ja Rovaniemen lähimetsien ulkoilukäytön ajallinen vaihtelu.
Time patterns of recreation in urban forests in two Finnish towns.
- No 474 Sirén, Matti: Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa.
Stand damage in thinning operations.
- No 475 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1980.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1980.
- No 476 Jalkanen, Risto: Harmaakariste männyllä. Kirjallisuuskatsaus.
Lophodermella sulcigena on pines. A literature review.
- No 477 Veijalainen, Heikki: Hivenlannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemaalla.
Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil.
- No 478 Kellomäki, Seppo & Tuimala, Aili: Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä.
Effect of stand density on branchiness of young Scots pines.
- No 479 Saramäki, Jussi & Valtanen, Eila: Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen.
The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands.
- No 480 Hovila, Pekka: TT 1000 TU ja TT 1000 TS kokopuuhaakurit.
TT 1000 TU and TT 1000 TS whole-tree chippers.
- No 481 Moilanen, Mikko & Issakainen, Jorma: Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen eräillä Kainuun vaara-alueen paksuturpeilla soilla.
Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu.
- No 482 Lipas, Erkki: Faktoriaalisen lannoituskokeen tulosten tulkinta.
Interpretation of the results from factorial fertilization experiments.
- No 483 Salminen, Sakari: Vuosien 1971—75 valtakunnallisia metsävaratietoja karttamuodossa.
A cartographic presentation of forest resources in Finland 1971—75.
- No 484 Aarne, Martti: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat 1979.
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1979 by districts.
- No 485 Kurkela, Timo: Versosyöpä (*Gremmeniella abietina*) riukuasteen männiköissä.
Cancer and die-back of Scots pine at precommercial stage caused by *Gremmeniella abietina*.
- No 486 Oikarinen, Matti & Pyykkönen, Juhani: Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla.
The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtilus spruce swamp in Ostrobothnia.
- No 487 Löyttyniemi, Kari: Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivon valintaan.
Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*).

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.